*I

β

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة العادية 2022

- الموضوع -

F.M

SSSSSSSSSSSSSSSSSSSS-SS | NS 28

3h	مدة الإنجاز	الفيزياء والكيمياء	المادة
7	المعامل	شعبة العلوم التجريبية: مسلك العلوم الفيزيائية	الشعبة أو المسلك

www.pc1.ma

يسمح باستعمال الآلة الحاسبة العلمية غير القابلة للبرمجة.

تعطى التعابير الحرفية قبل التطبيقات العددية.

يتضمن الموضوع أربعة تمارين

تمرين 1 (7 نقط):

- طلاء صفيحة فولاذية بالكروم بواسطة التحليل الكهربائي
- دراسة بعض خصائص محلول مائي لحمض البروبانويك

تمرين 2 (3,5 نقط):

- الموجات الصوتية
- تفتت اليود 131

تمرين 3 (4,5 نقط):

- استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر
- التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية

تمرين 4 (5 نقط):

- دراسة سقوط كرية في سائل لزج
- دراسة حركة قمر اصطناعي

سلم التنقيط

تمرين 1 (7 نقط)

الجزءان 1 و2 مستقلان

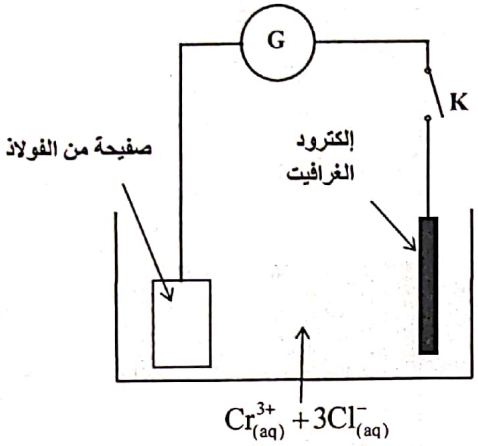
الجزء 1: طلاء صفيحة فولاذية بالكروم بواسطة التحليل الكهربائي

يتم خلال التحليل الكهربائي تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية. يستعمل التحليل الكهربائي لطلاء بعض المواد بطبقة رقيقة من فلزما للحفاظ عليها ولحمايتها من التآكل.

يهدف هذا الجزء إلى دراسة طلاء صفيحة فولاذية بالكروم بواسطة التحليل الكهربائي.

المعطيات:

- المزدوجتان المتدخلتان هما: $Cr^{3+}_{(aq)} / Cr_{(s)}$ و $O_{2(g)} / H_2O_{(\ell)}$ ؛
- $1F = 96500\,C.mol^{-1}$ ؛
- الكتلة المولية للكروم: $M(Cr) = 52\,g.mol^{-1}$.



الشكل 1

لإنجاز هذا التحليل الكهربائي، نغمر كليا صفيحة فولاذية في محلول مائي لكلورور الكروم (III) $Cr^{3+}_{(aq)} + 3Cl^-_{(aq)}$ ونربطها بأحد قطبي مولد كهربائي G ، ثم نصل القطب الآخر للمولد بإلكترود من الغرافيت (الشكل 1).

عند غلق قاطع التيار K ، يمر في الدارة تيار كهربائي شدته ثابتة $I = 2A$. نلاحظ تصاعد غاز ثنائي الأوكسجين $O_{2(g)}$ بجوار إلكترود الغرافيت وتوضعا منتظما لفلز الكروم على الصفيحة الفولاذية.

1. عين الإلكترود الذي يلعب دور الكاثود. علل جوابك. — 0,5

2. انقل رقم السؤال واختر، من بين الأجوبة المقترحة، الجواب الصحيح.

2.1. تكتب معادلة التفاعل الحاصل بجوار إلكترود الغرافيت كما يلي: — 0,5

$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftarrows Cr_{(s)}$	B	$2H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$	A
$2H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 2H_{2(g)}$	D	$2O^{2-}_{(aq)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4e^-$	C

2.2. تكتب معادلة التفاعل الحاصل بجوار صفيحة الفولاذ كما يلي: — 0,5

$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftarrows Cr_{(s)}$	B	$2H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^-$	A
$2H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 2H_{2(g)}$	D	$Cr^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightleftarrows Cr_{(s)}$	C

3. استغرق التحليل الكهربائي مدة زمنية $\Delta t = 2h$. حدد كتلة الكروم $m(Cr)$ المتوضع على الصفيحة الفولاذية. — 0,75

الجزء 2: دراسة بعض خصائص محلول مائي لحمض البروبانويك

يستعمل حمض البروبانويك ذو الصيغة $C_2H_5 - COOH$ كمادة حافظة للأطعمة. يتم استعماله كذلك في تصنيع بعض الأدوية المضادة للالتهابات، كما يتدخل في عدة تفاعلات لإنتاج مواد عضوية.

يهدف هذا الجزء إلى دراسة بعض خصائص محلول مائي لحمض البروبانويك.

1. محلول مائي لحمض البروبانويك

نحضر محلولا مائيا S_a لحمض البروبانويك تركيزه $C_a = 5.10^{-2}\,mol.L^{-1}$.

أعطى قياس pH المحلول S_a القيمة $pH = 3,1$.

1.1. اكتب معادلة التفاعل بين حمض البروبانويك والماء. — 0,5

1.2. احسب نسبة التقدم النهائي τ لهذا التفاعل. ماذا تستنتج؟ — 0,75

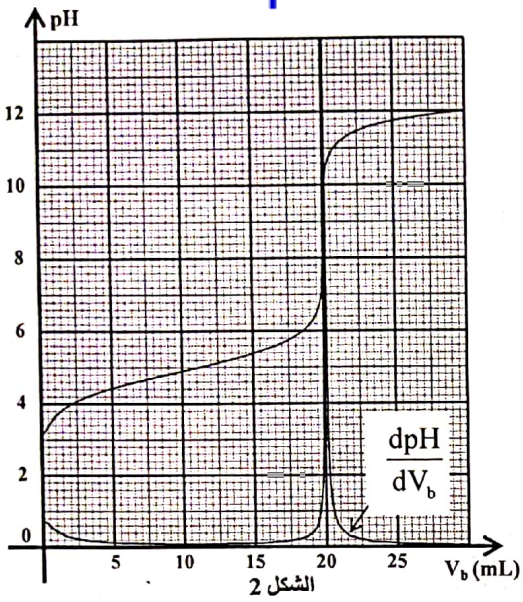
1.3. عبّر عن خارج التفاعل $Q_{r,éq}$ عند التوازن بدلالة C_a و $[H_3O^+_{(aq)}]_{éq}$. احسب قيمة $Q_{r,éq}$. — 0,75

www.pc1.ma

0,5 **1.4.** استنتج قيمة pK_A للمزدوجة $C_2H_5COOH_{(aq)} / C_2H_5COO^-_{(aq)}$.

2. معايرة محلول مائي لحمض البروبانويك

للتحقق من قيمة التركيز C_a للمحلول S_a ننجز ، بتتبع pH، المعايرة لحجم $V_a = 20mL$ من المحلول S_a بواسطة محلول مائي S_b لهيدروكسيد الصوديوم $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ تركيزه $C_b = 5.10^{-2} mol.L^{-1}$. يعطي الشكل 2 كُلا من منحنى تغيرات pH الخليط التفاعلي بدلالة الحجم V_b المضاف من المحلول S_b والمنحنى $\frac{dpH}{dV_b} = f(V_b)$.



الشكل 2

0,5 **2.1.** اكتب معادلة تفاعل المعايرة.

0,25 **2.2.** حدد مبيانيا الحجم V_{bE} للمحلول S_b المضاف عند التكافؤ.

0,5 **2.3.** تحقق من قيمة التركيز C_a.

0,5 **2.4.** تم تحضير المحلول S_a بتخفيف محلول مائي S_0 لحمض البروبانويك 10 مرات. أوجد الكتلة m لحمض البروبانويك الخالص المذاب في لتر واحد من المحلول S_0.

نعطي: الكتلة المولية لحمض البروبانويك $M = 74 g.mol^{-1}$.

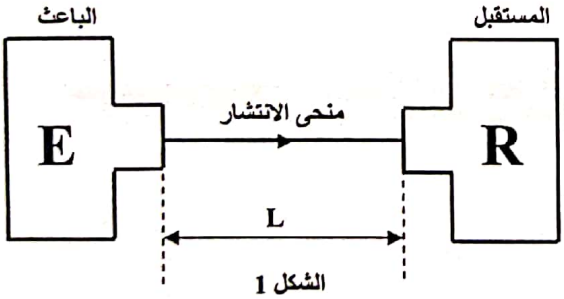
0,5 **2.5.** حدد النسبة المائوية للنوع الحمضي للمزدوجة $C_2H_5COOH_{(aq)} / C_2H_5COO^-_{(aq)}$ في الخليط التفاعلي عند إضافة الحجم $V_b = 5mL$ من المحلول S_b.

تمرين 2 (3,5 نقط)

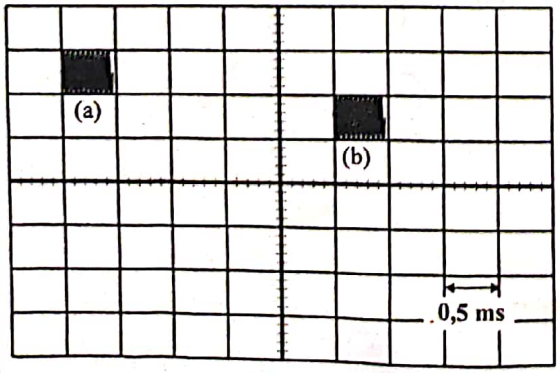
الجزءان 1 و2 مستقلان

الجزء 1 : انتشار الموجات الصوتية في الهواء

لتحديد سرعة انتشار الموجات الصوتية في الهواء، ننجز التركيب التجريبي الممثل في تبيانة الشكل 1 المتكون من باعث E ومستقبل R للموجات الصوتية تفصل بينهما مسافة $L = 85cm$. يرسل الباعث E موجة صوتية تنتشر في الهواء فتستقبل من طرف R. نعاين بواسطة نظام مسك معلوماتي كلا من الإشارة المرسلة (a) والإشارة المستقبلة (b) (الشكل 2).



الشكل 1



الشكل 2

1. انقل رقم السؤال وأجب بصحيح أو خطأ.

0,25 **1.1.** الموجة الصوتية موجة مستعرضة.

0,25 **1.2.** لا تنتشر الموجة الصوتية في الفراغ.

0,25 **2.** حدد المدة الزمنية Δt التي تستغرقها الإشارة لتصل إلى المستقبل R.

0,5 **3.** احسب سرعة الانتشار v للموجات الصوتية في الهواء.

الجزء 2: تفتت اليود 131

اليود 131 $(^{131}_{53}I)$ إشعاعي النشاط β^- . يستعمل اليود 131 في تطبيقات طبية على شكل جرعات صغيرة لتشخيص الاختلال الوظيفي للغدة الدرقية أو لمعالجة بعض الأمراض المرتبطة بها.

ينتج عن تفتت نواة اليود 131 نواة $^{A}_{Z}X$.

يهدف هذا الجزء إلى دراسة تفتت اليود 131.

معطيات:

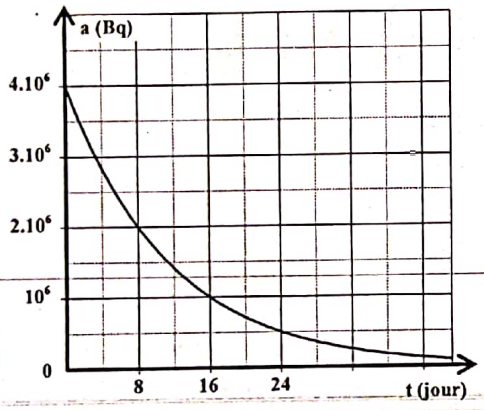
العنصر	التيلور		الكزينون		السيزيوم	
بعض نظائر العنصر	$^{131}_{52}Te$	$^{132}_{52}Te$	$^{130}_{54}Xe$	$^{131}_{54}Xe$	$^{127}_{55}Cs$	$^{132}_{55}Cs$

- كتلة نواة اليود 131: $m(^{131}_{53}I) = 130,906125\ u$ ؛
- كتلة النواة $^{A}_{Z}X$: $m(^{A}_{Z}X) = 130,905082\ u$ ؛
- كتلة الدقيقة β^-: $m(\beta^-) = 5,48580.10^{-4}\ u$ ؛
- وحدة الكتلة الذرية : $1u = 931,5\ MeV.c^{-2}$.

0,5 **1.** اكتب معادلة تفتت اليود 131 وتعرّف على النويدة $^{A}_{Z}X$ المتولدة خلال هذا التفتت.

0,5 **2.** احسب، بالوحدة MeV ، الطاقة المحررة $|\Delta E|$ خلال تفتت نواة اليود 131.

3. يتناول مريض ، عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ، جرعة من محلول اليود 131 نشاطها a_0 عند هذه اللحظة . يمثل منحنى الشكل 3 تغيرات النشاط $a(t)$ لهذه الجرعة بدلالة الزمن.



الشكل 3

0,25 **3.1.** حدد مبيانيا عمر النصف $t_{1/2}$ لليود 131.

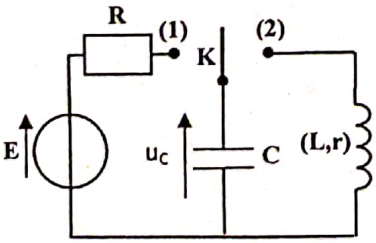
0,5 **3.2.** احسب العدد N_0 لنوى اليود في الجرعة عند اللحظة $t=0$.

0,5 **3.3.** باستعمال قانون التناقص الإشعاعي، حدد، بالوحدة jour ، اللحظة t_1 الموافقة لتفتت 95% من نوى اليود 131.

تمرين 3 (4,5 نقط)

يهدف هذا التمرين إلى:
- تحديد سعة مكثف؛
- تحديد معامل التحريض لوشيعة؛
- إنجاز دراسة طاقية لدارة RLC متوالية.

ننجز التركيب الكهربائي الممثل في تبيانة الشكل 1 المتكون من العناصر التالية:
- مولد مؤمثل للتوتر قوته الكهرمحركة E ؛
- مكثف سعته C غير مشحون بدئيا؛
- موصل أومي مقاومته R ؛
- وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها r ؛
- قاطع التيار K ذي موضعين.



الشكل 1

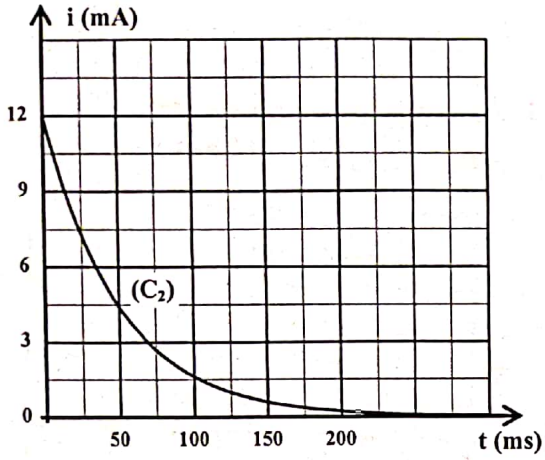
1. استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر

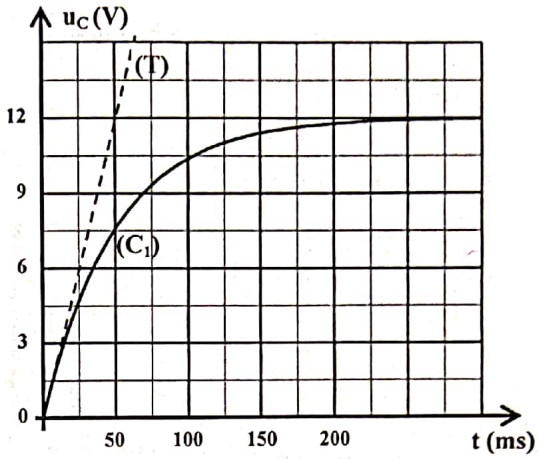
عند لحظة نختارها أصلا للتواريخ $t=0$ ، نضع قاطع التيار K في الموضع (1).

نعاين بواسطة نظام مسك معلوماتي المنحنى (C_1) الممثل لتطور التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف والمنحنى (C_2) الممثل لتطور الشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي المار في الدارة (الشكل 2).

www.pc1.ma

يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى (C_1) في النقطة ذات الأفصول $t=0$.





الشكل 2

1.1. بيّن أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$ تكتب كما يلي : $\frac{du_C}{dt}+\frac{1}{RC}u_C=\frac{E}{RC}$. — 0,25

1.2. يكتب حل هذه المعادلة التفاضلية على الشكل : $u_C(t)=E(1-e^{-\frac{t}{RC}})$.

1.2.1. أثبت تعبير الشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي بدلالة E و R و C و t. — 0,5

1.2.2. باستغلال منحنيي الشكل 2 ، حدد قيمة المقاومة R. — 0,5

1.2.3. بيّن أن السعة C للمكثف هي : $C=50\mu F$. — 0,25

2. التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية

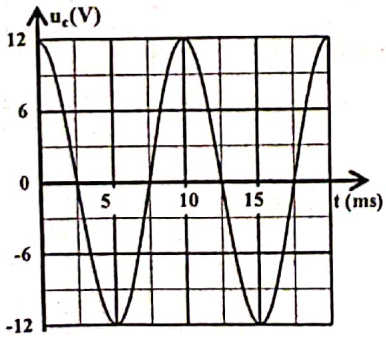
بعد الشحن الكلي للمكثف ذي السعة $C=50\mu F$ ، نؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (2) عند لحظة نختارها أصلا جديدا للتواريخ $t=0$ ، فيُفرَغ هذا المكثف في الوشيعة ذات المقاومة r ومعامل التحريض L (الشكل 1).

2.1. الحالة الأولى :

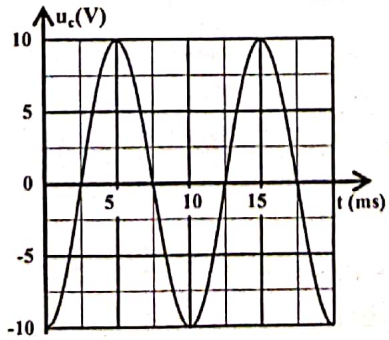
نفترض في هذه الحالة أن مقاومة الوشيعة مهملة.

2.1.1. بيّن أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التو تر $u_C(t)$ تكتب على الشكل : $\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{1}{LC}u_C=0$. — 0,25

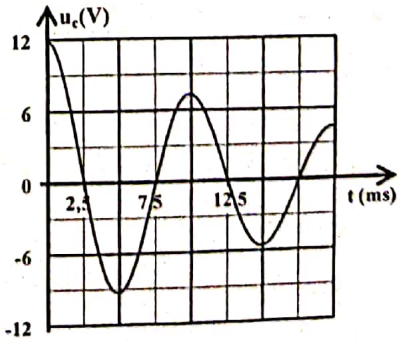
2.1.2. من بين المنحنيات (C_1) و (C_2) و (C_3) الممثلة في الشكل 3، اختر المنحنى الموافق لتطور التوتر $u_C(t)$. علل جوابك. — 0,5



(C_1)



(C_2)



(C_3)

الشكل 3

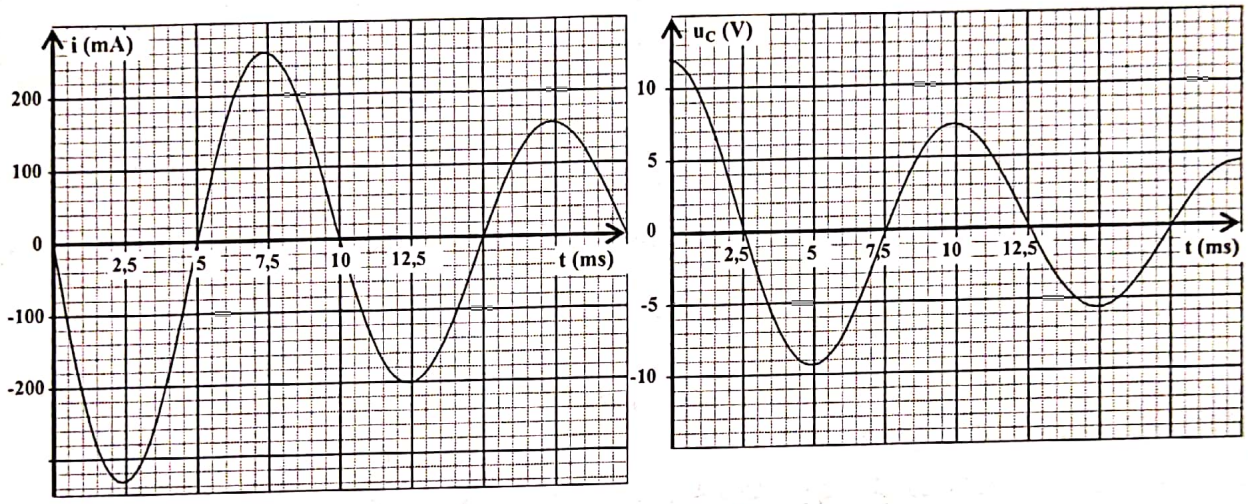
2.1.3. حل المعادلة التفاضلية السابقة هو: $u_c(t)=U_0\cos(\frac{2\pi}{T_0}t)$ حيث U_0 هي القيمة القصوى للتوتر و T_0 الدور الخاص للتذبذبات.

0,5 أ- أوجد تعبير الدور T_0 بدلالة L و C.

0,5 ب- بيّن أن قيمة معامل التحريض هي: $L=0,05H$. (نأخذ $\pi^2=10$).

2.2. الحالة الثانية:

في الحقيقة، للوشيعة مقاومة غير مهملة. نعاين في هذه الحالة، بواسطة نظام مسك معلوماتي، المنحنى الممثل لتطور التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف والمنحنى الممثل لشدة التيار الكهربائي $i(t)$ المار في الدارة (الشكل 4).



الشكل 4

0,5 **2.2.1.** اكتب تعبير الطاقة الكلية E_t للدارة بدلالة C و $u_C(t)$ و L و $i(t)$.

0,75 **2.2.2.** باستغلال منحنيي الشكل 4 ، أوجد الطاقة ΔE المبددة في الدارة بين اللحظتين $t_0=0$ و $t_1=9ms$.

تمرين 4 (5 نقط)

الجزءان 1 و 2 مستقلان

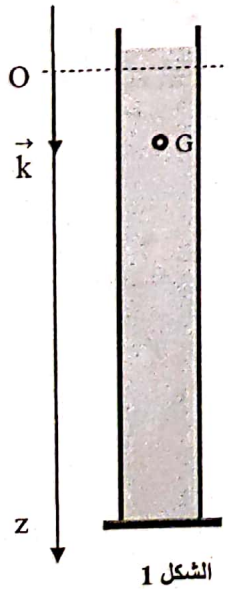
الجزء1 : دراسة سقوط كرية في سائل لزج

يهدف هذا الجزء إلى تحديد الكتلة الحجمية ρ_r لزيت "الخَرْوَع" (huile de ricin).

نحرر، بدون سرعة بدئية، كرية فولاذية متجانسة داخل مخبار مملوء بزيت الخروع. لهذه الكرية كتلة m وكتلة حجمية ρ_a . ندرس حركة مركز القصور G للكرية في معلم $(O,\vec{k})$ مرتبط بمرجع أرضي نعتبره غاليليا (الشكل1).

تخضع الكرية خلال سقوطها الرأسي داخل السائل إلى تأثير ثلاث قوى:

- وزنها $\vec{P}$.
- دافعة أرخميدس $\vec{F_a}$ خط تأثيرها رأسي ومنحاها نحو الأعلى و شدتها $F_a=\rho_r.V.g$ ، حيث V هو حجم الكرية و g تسارع الثقالة.
- قوة الاحتكاك المائع المنمذجة بالمتجهة : $\vec{F}=-k.\vec{v}$ ، حيث k ثابتة موجبة و $\vec{v}$ متجهة السرعة لمركز القصور G عند لحظة t.



الشكل 1

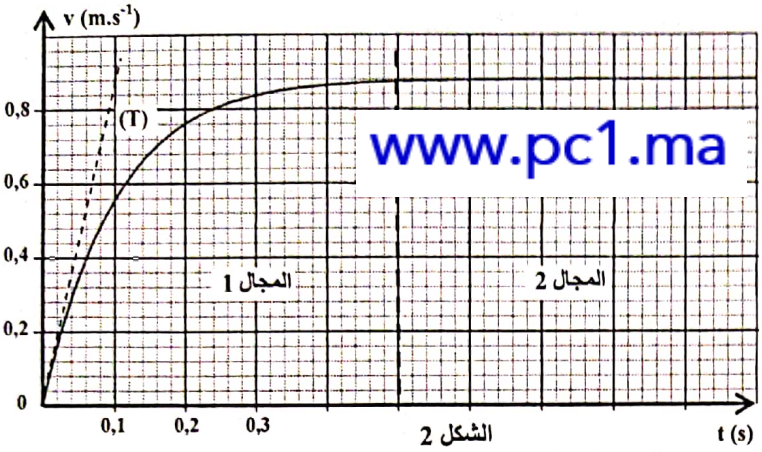
يمكن نظام مسك معلوماتي من الحصول على منحنى الشكل 2 الممثل لتطور السرعة $v(t)$.

يمثل المستقيم (T) المماس للمنحنى في النقطة ذات الأفصول $t=0$.

معطيات:

$m = 10\ g$ ؛ $\rho_a = 7,8\ g.cm^{-3}$ ؛

$g = 10\ m.s^{-2}$.



www.pc1.ma
الشكل 2

0,5 **1.** يبرز منحنى الشكل 2 وجود مجالين. أقرن بكل مجال النظام الموافق له.

0,75 **2.** بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، بيّن أن المعادلة التفاضلية لحركة G تكتب كما يلي: $\frac{dv}{dt}+\frac{1}{\tau}.v = g(1-\frac{\rho_r}{\rho_a})$ حيث τ هو الزمن المميز للحركة الذي نعبر عنه بدلالة m و k.

3. حدد مبيانيا:

0,5 **3.1.** قيمة τ ثم استنتج قيمة k في النظام العالمي للوحدات.

0,25 **3.2.** قيمة السرعة الحدية V_ℓ.

0,75 **4.** أوجد تعبير الكتلة الحجمية ρ_r لزيت الخروع بدلالة τ و g و ρ_a و V_ℓ. احسب قيمة ρ_r.

الجزء 2: دراسة حركة قمر اصطناعي

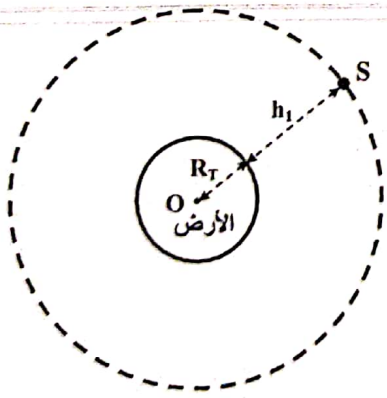
توظف الأقمار الاصطناعية الموضوعة في مدارات حول الأرض لأغراض متنوعة نذكر منها الأرصاد الجوية والاتصالات والاستشعار عن بعد والبحث العلمي و لأغراض تهم مراقبة الحدود.

يهدف هذا الجزء إلى دراسة بعض المقادير المميزة لحركة قمر اصطناعي حول الأرض.

ندرس حركة قمر اصطناعي S كتلته m_s في مرجع مركزي أرضي نعتبره غاليليا.

نعتبر أن للأرض تماثلا كرويا لتوزيع الكتلة.

نهمل جميع القوى المطبقة على القمر الاصطناعي S أمام قوة التجاذب الكوني المطبقة عليه من طرف الأرض كما نهمل أبعاد S أمام المسافة الفاصلة بينه وبين مركز الأرض O.



الشكل 3

المعطيات:

- كتلة الأرض: $M_T = 5,97.10^{24}\ kg$ ؛
- شعاع الأرض: $R_T = 6380\ km$ ؛
- ثابتة التجاذب الكوني: $G = 6,67.10^{-11}\ N.m^2.kg^{-2}$.

1. يوضع هذا القمر الاصطناعي في مدار دائري مركزه O وشعاعه $r = R_T + h_1$ حيث $h_1 = 1000\ km$ (الشكل 3).

0,5 **1.1.** اختر، من بين الاقتراحات التالية، الجواب الصحيح.

تعبير شدة قوة التجاذب الكوني المطبقة من طرف الأرض على القمر الاصطناعي هو:

$F_{T/S} = G\frac{(M_T.m_s)^2}{(R_T+h_1)^2}$	D	$F_{T/S} = G\frac{M_T.m_s}{R_T^{\ 2}}$	C	$F_{T/S} = G\frac{M_T.m_s}{(R_T+h_1)^2}$	B	$F_{T/S} = G\frac{M_T.m_s}{h_1^2}$	A

0,5 **1.2.** بتطبيق القانون الثاني لنيوتن ، بيّن أن تعبير سرعة القمر الاصطناعي S يكتب كما يلي: $v = \sqrt{\frac{G.M_T}{R_T+h_1}}$.

0,5 **1.3.** تحقق أن الدور المداري لحركة S حول الأرض هو: $T_1 \approx 1,75\,h$.

0,75 **2.** يوضع القمر الاصطناعي S في مدار دائري أخر ارتفاعه h_2 من سطح الأرض، فتكون له حركة دائرية منتظمة دورها المداري $T_2 = 24\,h$. باستعمال القانون الثالث لكيبلر ، حدد الارتفاع h_2 .

www.pc1.ma

/